

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-327422

(P2003-327422A)

(43) 公開日 平成15年11月19日 (2003. 11. 19)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

C 0 1 B 31/02

// B 8 2 B 3/00

識別記号

1 0 1

Z N M

F I

C 0 1 B 31/02

B 8 2 B 3/00

テームト\* (参考)

1 0 1 F 4 G 1 4 6

Z N M

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2002-139381 (P2002-139381)

(22) 出願日 平成14年5月15日 (2002. 5. 15)

(71) 出願人 500208531

滝川 浩史

愛知県豊橋市王ヶ崎町字上原 1 番地の 3

(1-104)

(71) 出願人 591064944

夏目 伸一

愛知県新城市字奥井道56番地

(72) 発明者 滝川 浩史

愛知県豊橋市王ヶ崎町字上原 1 番地の 3

(1-104)

(72) 発明者 夏目 伸一

愛知県新城市字奥井道56番地

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 カーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料連続製造機

(57) 【要約】

【課題】 アークトーチを用いて、大気中において炭素系素材からカーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料等のカーボンナノ材料を製造する手法がある。

【解決手段】 炭素系素材の回転および冷却、定電流電源の電圧をモニターしながらアークトーチを移動させて放電距離が常に一定になる制御機能、炭素系素材の消費量をモニターすることによる周速一定制御、および製造物の冷却機構を具備し、カーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料を連続的に製造、回収する装置を提供する。炭素系素材に触媒を混ぜることにより、供給電力の種類、すなわち直流か交流か、もしくはそれらのパルスか、また冷却効率を変えることにより、製造物の種類を変えることが可能である。

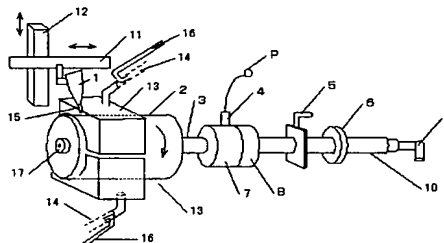


図 1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 常温常圧の大気中、もしくは大気を他のガスに置換し、炭素系素材に交流や直流でアーク放電させると炭素系素材の表面にカーボンナノ製造物が製造されることは認知されているが、まだ連続製造には至っていない。本装置はアークトーチを円筒状炭素系素材の軸方向および径方向に動かし、かつ素材が回転し、アークトーチが炭素系素材に対し 90 度以下の角度で放電させ、ネジの溝になぞっていくようにして、自動連続製造できることを特徴としたカーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料連続製造機。

【請求項 2】 製造中、炭素系素材がアークの熱により温度が上がり、回転シャフトや素材の温度が必要以上に上がり始める。温度上昇を防ぐため、シャフトと炭素系素材固定部分に水を送り、冷却部を設けたことを特徴とするカーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料連続製造機。

【請求項 3】 アークを素材に、ある角度でとばしトーチシールドガス量を調節するとアーク本来の火花から数倍のアークジェットと呼ばれている火花が発生し大量のカーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料が連続製造される、ふつうなら炭素系素材の表面に製造物が付着するがアークジェットにより吹き飛ばされ、ブラシやスクレーパーで、炭素系素材から剥離する必要がないカーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料連続製造機。

【請求項 4】 アークやアークジェットにより炭素系素材はカーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料に変性させられ炭素系素材の直径が減少していきアークの飛び距離が変化し、アークの特性が著しく変わると一定条件下で製造しているカーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料の品質が保たれなくなる。製造による炭素系素材の消耗でトーチの電極間距離が変化しても、定電流電源が必要に応じ電圧が変化する特性を利用し電極間距離を一定に制御する機構を持ったカーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料連続製造機。

【請求項 5】 製造されたナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料はほとんどが空中を飛散しているため、アークトーチと炭素系素材を覆うようにフードを設け、かつ吸引回収装置を設けたカーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料連続製造機。

【請求項 6】 製造中、炭素系素材は径方向が消耗し直径が減少する。回転を一定回転させるとトーチアークと炭素系素材の対比速度が減少する、径が小さくなくても常にトーチアークと炭素系素材の対比速度が一定になるような周速一定制御を設けたカーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料連続製造機。

【請求項 7】 製造されたカーボンナノ物質の急冷機能

を持った、耐熱性フードや冷却付きフード等で冷却可能な構造を持ったカーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料連続製造機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明が属する技術分野】 本発明はトーチアーク法によるカーボンナノチューブや、カーボンナノホーン、カーボンナノ材料連続製造機に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 常温常圧、大気中におけるカーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料の製造は、発見されて間もないこともあり、ほとんどが溶接用アークトーチを手動等で操作し、人間がアークトーチをコントロールしていた。炭素系素材とアークトーチとの距離が、手のゆらぎ等で均一化されたカーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料を、大量に製造することは困難であった。また、単なるアーク放電だけによる製造は効率も悪く、紫外線や熱も多量に発生し、冷却等の問題もあり、また製造物が炭素系素材に強固に付着し剥離もうまくいかず大量製造は不可能であった。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 解決しようとする問題点は、連続して高品質なカーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料を製造するため、炭素系素材を冷却すること、手動ではうまくできない炭素系素材の消耗によるアークトーチの電極間距離拡大を制御して一定距離に保つこと、周速一定作業を制御して行うことである。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】 本発明は、炭素系素材をコントロールして回転させ、回転軸を水冷、軸方向や径方向にアークトーチも移動させて、連続製造によって消耗していく炭素系素材とトーチアークの間隔を、定電流電源の特性を利用し炭素系素材とトーチアークの距離の自動制御を行う。炭素系素材が消耗し径方向の大きさが変化しても、トーチアークの電極間自動制御から信号をもらい、径を判断し常に周速が一定とする制御を行う。調節したアークとトーチシールドガスで、アークジェットを生じさせ製造物を吹き飛ばすようにし、炭素系素材の表面に製造付着したカーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料を炭素系素材から剥離させる装置を不必要とする。

## 【0005】

【発明の実施の形態】 円筒状炭素系素材を回転させると同時に、炭素系素材がアークの熱による温度上昇を、中空シャフトを水冷したり、アークトーチを軸方向と径方向に制御して移動させ炭素系素材とアークトーチの電極間距離を一定に保つと同時に、電極間距離の制御から半径信号をもらい軸回転数の制御を行い、常に表面の周速

を一定にしながらトーチシールドガスを調節し、アークの周辺や延長先にアーク本体の数倍の大きさのアークジェットを発生させ、炭素系素材アークジェットで吹き飛ばしエネルギー効率を高め、長時間の連続製造を実現した。

#### 【0006】

【実施例】図1は、本発明装置のイメージ図で、記号は図1、図2、図4、図5、図6、図7は同一の部位を示す。図3は説明文の軸方向を説明している。1はアーク放電を発生させるアークトーチ、2は炭素系素材、3は炭素素材を貫通している中空シャフトで水冷されている、4は炭素素材に電力を供給する給電ブラシ、5は9の水入り口から10の水冷された中空シャフトを通り炭素素材を冷却した水の回転式冷却水出口、6はプリー等の炭素素材を回転する手段、7はスリップリング、8は軸受け、9は回転式冷却用水入口で冷却水がここから入り18の冷却水導入パイプは中空シャフト先端まで行きその中空部分を通り5から排出される、10は中空シャフト、11はアークトーチを軸方向に移動する手段、12はアークトーチを径方向に移動する手段、13は製造し吹き飛んだカーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料を回収する収集フードでカーボンナノホーンやカーボンナノ材料を製造するときは、同様な物が炭素系素材を挟むように設けてある、14は吸引用ダクトで途中に冷却用定温冷気吹き込みパイプをへて収集手段へ接続、15は電極、16はカーボンナノホーンやカーボンナノ材料製造時に発生したすすを急冷する為の冷却用定温冷気吹き込みパイプで、製造物により下側フードや冷却用定温冷気が不必要な場合もある。17は2の炭素系素材固定金具、18は中空シャフトの中に入っている冷却水導入パイプで9から入った冷却水が通る。Pは電力供給端子。11と12で供給電圧からフィードバックされた情報で炭素系素材とアークトーチの電極間距離と周速を自動制御している。

【0007】このように、2の炭素素材を冷却しながら回転させアーク放電させる、1のアークトーチも11と12の移動手段により動作させ電極間距離と周速を維持する、アークは2の炭素系素材の表面からナノ物質を製造すると同時に、トーチシールドガスと放電電流を調節することにより、アークジェットを生じさせ火炎を拡大するとカーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料の製造量を加速させる、回転ブラシやスクレーパーのようなもので、剥離回収する必要がない比較的簡単な構造で連続製造が出来る。なお、トーチシールドガスの種類は規定されていないが、通常アルゴンガスを用いる。本説明は炭素系素材を円筒で説明してるが、円盤状の物も含む。

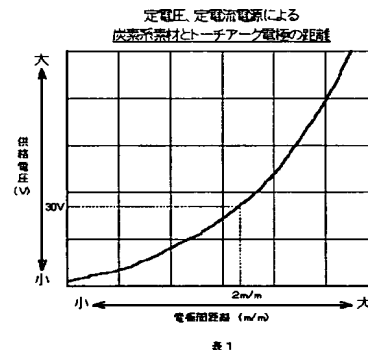
【0008】図2は、水入り口から炭素素材貫通している中空シャフト3と、10の冷却実施例で、9の水入り口から10の中空シャフトに入り、2の炭素系素材貫通中

空シャフト3を通過し、冷却した水は7のスリップリング、8の軸受け中空部を通り5より放流される。

【0009】アークトーチでカーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料類を製造する場合、放電する距離が品質安定のため重要な要素となる。本発明では電源に定電流電源（一般溶接機もこれに準じている）の特性を利用し図4Aの、電極間距離を制御している。表1のように定電流電源は、負荷が増加すると電圧が上昇し、負荷が減少すると電圧が下降し、常に一定の電流が流れるように自動制御されている。電流値を固定した場合の電極間距離をX軸 供給電圧をY軸にとり表にしたものである。このように電極間距離が広がると、アーク放電にとっては負荷が増えたのと等価であるため、供給電圧は上昇する。固定電流200Aとし、そのときの電極間距離を2ミリメートル、供給電圧を30Vとするとこの条件下で放電電圧を測り、常に30Vになるようにアークトーチを移動すれば、素材は製造により外形が小さくなったり、電極が消耗して電極間距離が長くなっても、図1の12のアークトーチを径方向移動手段で、15の電極と炭素系素材の距離を縮めたり広げたりして、常に30Vの供給電圧になるように制御すれば一定の電極間距離を保つことができる。

#### 【0010】

【表1】



【0011】図5は、1のアークトーチと15の電極と2の炭素系素材の間に発生するアーク放電を表している。炭素系素材と15の電極は、垂直でなく $\alpha$ の角度を持っておりアークが流れやすく装備される。一般に溶接時にみられるアークはB部だけだが、本発明はBの周囲に遙かに大きなアークジェットCを作りカーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料の製造部分を大きくしている。

【0012】図6では2の炭素系素材と15の電極が比較的少量減少した場合を説明したが、実際には径が異なる炭素系素材が考えられる図5のように波線の円は初期の外形、実線の円は製造終了時の2の炭素系素材であるDとEは初期状態の変化を示すもので、1のアークトーチは製造が進んで2の炭素系素材が消耗すると1のところまで移動をしなければならない。

【0013】図7は12のアークトーチを素材の径方向に移動手段の動きを垂直でなく $\delta$ 分の角度をもってつければよい、もう1軸を制御すればいいが高温高熱環境下に電子機器は設置したくなく構造が簡単で安上がりである。

#### 【0014】

【発明の効果】本発明は、現在高価なカーボンナノチューブやカーボンナノホーン、カーボンナノ材料を、アークトーチを用いて低コストで連続製造する装置を提供する。鉄鋼業界では巨大なアーク炉や溶鉱炉等で利用されてお

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】カーボンナノチューブ製造機のイメージを示した説明図である。(実施例)

【図2】カーボンナノチューブ製造機、炭素系素材と中空シャフト冷却の説明図 矢印は水の流れを示す

【図3】炭素系素材の各方向の説明図

【図4】炭素系素材と15の電極間の説明図

【図5】炭素系素材とトーチアーク間に発生するアークジェット説明図

【図6】炭素系素材消耗による外径の変化図で波線の円は未加工時、実線の円は製造最後の直径を示す。

【図7】炭素系素材が消耗し外形の変化、図6のDの変化量を径制御手段の軸の傾き $\delta$ の説明図

#### 【符号の説明】

- 1 アークトーチ
- 2 炭素系素材

- 3 中空シャフト
- 4 給電ブラシ
- 5 回転式冷却水出口
- 6 シャフト回転手段
- 7 スリップリング
- 8 軸受け
- 9 回転式冷却水入り口
- 10 中空シャフト
- 11 軸方向移動手段
- 12 径方向移動手段
- 13 収集フード
- 14 吸引ダクト
- 15 電極
- 16 急冷、冷却用空気吹き込み口
- 17 固定金具
- 18 冷却水導入パイプ
- P 電力供給端子
- A 電極間距離
- B アーク炎
- C アークジェット
- D X方向消耗量
- E Y方向消耗量
- $\alpha$  炭素系素材とアーク電極の角度
- $\delta$  12の径方向移動手段の垂直面からの角度
- 軸方向 円筒状素材の軸方向
- 径方向 円筒状素材の半径方向
- 周 円筒状素材の外周

#### 【0016】

【図1】

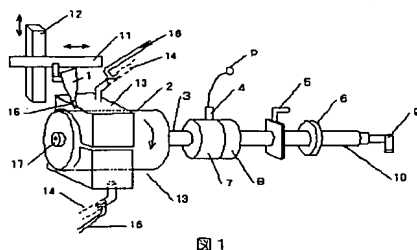


図 1

【図2】

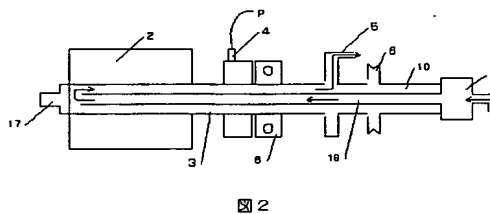


図 2

【図3】

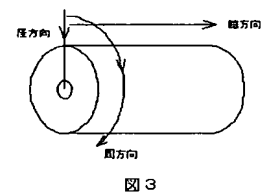


図 3

【図4】

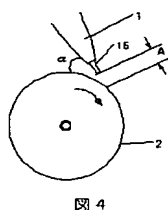


図 4

【図5】

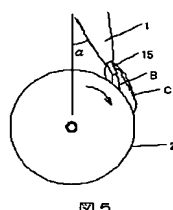


図 5

【図6】

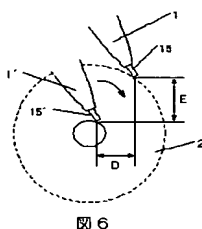


図 6

【図7】

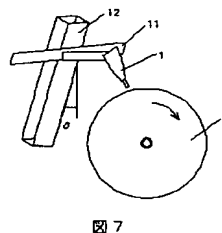


図 7

フロントページの続き

Fターム(参考) 4G146 AA11 BA01 BC17 BC19 DA17  
DA27